Bluetooth Low Energy 無線モジュール

IMBLE

取扱説明書（ハードウェア編）

Bluetooth Low Energy
無線モジュール
IMBLE

インタープラン株式会社
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-3-12 石原ビル 5F
TEL : 03-5215-5771 FAX : 03-5215-5772 URL: http://www.interplan.co.jp

目　次

１．はじめに
　１－１．安全のための表示 …… 1
　１－２．安全上のご注意 …… 1
　１－３．電波に関する留意点 …… 2
　１－４．使用上の注意点 …… 2
２．概要
　２－１．特長 …… 3
　２－２．用途 …… 3
３．各部の名称 …… 4
４．本製品の用語について …… 4
５．動作説明
　５－１．制御方法
　　(1)スリープ動作 …… 5
　　(2)BUSY 端子 …… 5
　５－２．動作モードの設定 …… 5
　５－３．シリアル通信 …… 5
　５－４．コマンド一覧 …… 6
　５－５．マイコンとの接続例 …… 6
６．主な仕様
　６－１．絶対最大定格 …… 7
　６－２．電気的特性（DC 特性） …… 7
　６－３．無線特性 …… 8
　６－４．外部インターフェイス …… 8
　６－５．その他 …… 8
７．外部インターフェイスコネクタ
　７－１．端子配置 …… 9
　７－２．適合コネクタ …… 9
　７－３．端子配列 …… 9
　７－４．端子説明 …… 10
８．外形寸法 …… 11
９．組込み時の注意点
　９－１．アンテナについて …… 11
　９－２．筐体の材質について …… 12
　９－３．取り付けについて …… 12
１０．免責事項 …… 12
１１．改訂履歴 …… 12

１．はじめに

このたびは、Bluetooth Low Energy 無線モジュール IMBLE をお買い求めいただき誠にありがとうございます。
本製品を安全にお使いいただくために「安全のための表示」および「安全上のご注意」をよくお読みいただき、正しくお使いいただけるようお願い申し上げます。

１－１．安全のための表示

取扱説明書には、お使いになる方や他の人への危害と財産の損害を未然に防ぎ、安全にお使いいただくために重要な内容を記載しています。
以下の表示と内容をよく理解してから、「安全上の注意」と本文をお読みになり、記載事項をお守りください。

⚠ 警告	この表示を無視して、誤った取り扱いをすると、人が死亡または、重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
⚠ 注意	この表示を無視して、誤った取り扱いをすると、人が損害を追う可能性が想定される内容および、物的な損害が想定される内容を示します。

１－２．安全上のご注意

⚠ 警告	・ 分解や改造をしない。 事故や火災、感電の原因になります。 ・ 内部に異物を入れない。 本製品内部に金属類などの異物を入れないでください。 また水、油、薬品などの液体が内部に入らないようにしてください。 事故や火災、感電の原因になります。 万一、発煙や異臭などの異常が起きた場合は、直ちに使用を中止してください。 事故や火災、感電の原因となります。
⚠ 注意	・ 電源電圧は指定の範囲内（最大 DC3.6V）で使用してください。 故障や劣化の原因になります。 ・ 使用、保管上の注意 高温多湿の場所、長時間直射日光の当たる場所での使用、保管は避けてください。故障の原因となります。 ・ 設置場所の注意 振動や衝撃の加わりやすい場所、腐食性ガス雰囲気での使用や保管は避けてください。故障の原因になります。 ・ 本製品は静電気に敏感な部品を使用しています。 コネクター部分や部品などに素手で触れないでください。 故障や誤動作の原因になります。 ・ 子供の手の届くところに置かないでください。 思わぬ事故の原因となります。

１－３．電波に関する留意点

１）本製品を使用する機器やシステムの安全対策
電波の性質上、本製品の通信距離内においても、他の機器からのノイズや電波反射によるマルチパスなどによって、通信不能となる場合があります。安全上、通信不能となっても問題が発生しないよう十分に考慮してご使用ください。

２）室内や周囲に障害物がある環境
電波の反射によるデッドポイントが発生して、通信不能となる場合があります。
送信機または受信機の位置を 3cm 程度移動させると、通信可能になることがあります。

３）使用形態
電波法の規定により、送信モジュールの分解、改造は禁止されています。また製品ラベルがないものも使用禁止となっていますので、ラベルをはがしたりせずにそのままご使用ください。

１－４．使用上の注意点

１）本製品は電子回路と組み合わせて動作しますので、電子回路のハードウェアやソフトウェアの知識が必要です。

２）本製品は故障・誤動作が人命に関わる機器などの、高度な信頼性が要求される用途には対応していません。高度な信頼性が必要な機器には使用しないでください。

３）本製品を、医療機器やその周辺、航空機器や航空機内などでは、使用しないでください。

４）本製品は、予告なく変更される場合や製造中止となる場合があります。

５）取扱説明書の内容は予告なく変更される場合があります。

２．概要

本製品は、Bluetooth Ver. 4.1 Smart (Low Energy)規格に準拠した、ペリフェラル機能を搭載した無線送受信モジュールです。セントラル機能を有した機器と組み合わせたデータ通信に対応しています。

２－１．特長

- **無線局の免許や資格が不要**
  2.4GHz 高度化小電力データ通信システムとして電波法認証を取得済みなので、免許や資格は不要です。
- Bluetooth 認証取得済み
  無線モジュールとして QDID 取得済みです。ただし製品に組み込むときは、製品として Bluetooth 認証取得が必要です。詳しくはお問合せください。
- **通信距離**
  Bluetooth Class 2 に準拠しています。
- **外部インターフェイス**
  UART（調歩同期式）で、外部マイコンと直結できます。
- **データ通信に対応**
  調歩同期式シリアルインターフェイスを使って、1 回最大 16 バイトのデータがやりとりできます。設定やデータ通信も UART で行います。
- **小型軽量**
  11.5×11×2.2mm、質量約 0.5ｇと小型軽量なので組込み用途に最適です。
- **カスタム対応**
  Bluetooth の Beacon や iBeacon、独自のユーザシステムへカスタマイズのご相談に応じます。

２－２．用途

スマートフォンやタブレットなど Bluetooth セントラルデバイス・アプリと組み合わせた多彩な応用が可能です。

- ホームエレクトロニクス
  ウェアラブル機器、ヘルスケア機器、照明制御、コンセント、スマートタップなどの省エネルギーシステム
- 防犯、防災
  人感センサ、赤外センサ、振動センサなどと組合せた防犯、防災システム
- 環境モニタリングやセンサネットワーク
  温度、湿度、降雨、水位、風量などの環境測定システム
- 農産物などの生産管理
- 介護、見守り

などにお使いいただけます。

３．各部の名称

本製品の各部の名称を図１に示します。

図１　各部の名称

４．本製品の用語について

Bluetooth アドレス

本製品個々に割り当てた 64bit の識別番号で、送信／送受信モジュールの製品ラベル記載の製造番号を 16 進数で表現した値に 807B85A00000h を加算した値です。出荷時設定で後から変更することはできません。

セントラルとペリフェラル

Bluetooth Low Energy は通信機器をその機能でセントラルデバイスとペリフェラルデバイスに分けています。一般的にセントラルデバイスはスマートフォンやタブレットなど中央装置で、ペリフェラルデバイスは周辺装置に構成されるのが多いようです。

セントラルデバイスは、ペリフェラルデバイスが発信するアドバタイズ信号を受信し、セントラルデバイスがペリフェラルデバイスと接続します。

アドバタイズ

Bluetooth Low Energy のセントラルデバイスに見つけてもらうために、ペリフェラルデバイスが定期的に送信する信号です。アドバタイズ信号は、他の Bluetooth デバイスが存在するか、動作状況に無関係に発信しますので､短い時間間隔での送信はパケットの衝突でパケットを失う可能性が高くなります。また消費電力への影響もあります。IMBLE ではアドバタイズ周期をコマンドで設定可能です。

ペアリング

ペリフェラルデバイスが発信しているアドバタイズ信号をセントラルデバイスが受信し、セントラルデバイスは接続可能なペリフェラルデバイスをリストアップします。その中から接続したいペリフェラルデバイスを選択しペアリング動作を行います。ペアリング動作は暗号鍵の交換や暗号通信の確立などを行い、セントラルデバイスとの通信を可能にします。

コネクションインターバル

ペリフェラルデバイスとセントラルデバイスの接続状態が維持されているときは、一定の間隔で通信を行います。この通信間隔をコネクションインターバルと呼びます。コネクションインターバルの間は通信を行っていないので低消費電力になります。IMBLE ではコネクションインターバルはコマンドで設定できます。

５．動作説明

５－１．制御方法

(1)スリープ動作

・ 本モジュールはデータ出力中を除き、SLEEP REQUEST 端子が H レベルの場合にスリープ状態になります。スリープ中は BUSY 端子が H レベルになります。スリープ状態ではコマンドを受け付けず、入力されても無視します。
スリープ中でも、アドバタイズ信号の送信及びコネクションイベントについては、自動的に起動して処理を行います
・ コマンドを入力するときは、SLEEP REQUEST 端子を L レベルとしてスリープを解除し、BUSY 端子が L レベルになるのを待ってから入力してください。
・ セントラルデバイスと接続中にデータを受信した場合、スリープ状態であっても自動的に起動してデータを出力します。このときは後述の BUSY 端子の制御を行います。

(2)BUSY 端子

・ 本モジュールがスリープ中は BUSY 端子が H レベルになります。
スリープ中に本モジュールからデータを出力する場合、BUSY 端子が L レベルになります。その後 SLEEP REQUEST 端子を L レベルにするとデータ出力を開始します。
・ BUSY 端子が L レベルになった後、5ms 以上 SLEEP REQUEST 端子が L レベルにならなかった場合は、その時点でデータ出力を開始します。
・ コマンド行末検出かデータ出力完了で BUSY 端子が H レベルになります。
・ BUSY 端子を使って外部マイクロコンピュータのスリープ制御ができます。

５－２．動作モードの設定

動作モードは、電源投入時又はリセット解除時の MODE 端子の状態により決定します。設定方法は表 1 を参照してください。端子は内部でプルアップされていますので、開放（無接続）の場合は H となります。

MODE	動作モード
H	予約
L	データモード

表１　動作モード設定表

５－３．シリアル通信

本製品は、外部インターフェイスからコマンドを用いて、データ送信や各種設定が可能です。
データ送信コマンド（TXDT）を使用すると 1 回で最大 8 バイトのデータを、可変長データ送信コマンド（TXDA）を用いると、1～16 バイトの可変長データを送信できます。BUSY 端子、SLEEP REQUEST 端子を制御しながら TxD 端子で通信してください。BUSY 端子は IMBLE からの出力、SLEEP REQUEST 端子は IMBLE への入力です。

・ 電源を投入すると型番、バージョン番号を TxD 端子より出力します。
・ 本製品はスリープ状態になります。
・ RxD 端子にコマンドを入力するとコマンドに対応した動作を行い、コマンドごとに規定のレスポンスを TxD 端子から出力します。

５－４．コマンド一覧

本製品には下記のコマンドがあります。コマンド及びパラメータの詳細に関しては、別冊「IMBLE 取扱説明書（ｿﾌﾄｳｪｱ編）」をご参照ください。

No.	コマンド	機　能	不揮発メモリへの保存
1	ENWR	パラメータ書込許可	
2	DSWR	パラメータ書込禁止	
3	RDAD	Bluetooth アドレス読み出し	
4	DSCN	通信切断	
5	STAI	アドバタイズ周期設定	保存可能
6	RDAI	アドバタイズ周期読み出し	
7	STCI	コネクションインターバル設定	保存可能
8	RDCI	コネクションインターバル読み出し	
9	TXDT	データ送信	
10	TXDA	データ送信（最大）16 バイトまで	
11	RDVR	製品バージョン読み出し	
12	SBRT	シリアル通信速度設定	保存可能
13	SRST	ソフトウェアリセット	
10	PCLR	パラメータ初期化	保存可能

表２　コマンド一覧表

５－５．マイコンとの接続例

図 2 に外部マイコンとの接続例を示します。

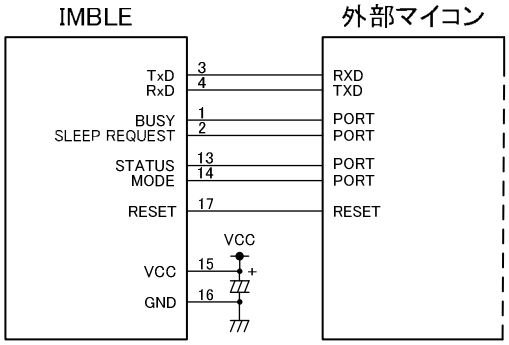

図２　外部マイコンとの接続例

６．主な仕様

動作電圧 3.3V、温度 25℃での値です。

６－１．絶対最大定格

項　目		値
電源電圧	VCC max.	－0.3～3.6V
入力電圧	VI max.	－0.3～Vcc＋0.3V

表３　絶対最大定格

６－２．電気的特性（ＤＣ特性）

項　目			値
電源電圧	通常動作時	VCC	3.0～3.6V、標準 3.3V
GND		VSS	0V
消費電流	送信時	ICC	5mA（Typ. 、電源電圧 3.3V 時）
	受信時	ICC	5mA（Typ. 、電源電圧 3.3V 時）
	スリープ時	ICCs	5μA （Typ. 、電源電圧 3.3V 時）
	平均消費電流	ICCa1	160μA（Typ. ） 接続前／アドバタイズ周期 100ms 時、電源電圧 3.3V 時
		ICCa2	90μA（Typ. ） 接続中／コネクションインターバル 100ms 時、スリープ有効時、電源電圧 3.3V 時
入力電圧	High	VIH	0.84V ～ VCC
	Low	VIL	VSS ～ 0.36V
出力電圧	High	VOH	1.88V～VCC（Typ.）
	Low	VOL	VSS ～ 0.47V（Typ.）
出力電流	High	IOH	－4.8mA（Max.）
	Low	IOL	4.8mA（Max.）
内蔵プルアップ抵抗	RESET		10kΩ（Typ.）
	MODE		TBD

表４　電気的特性

６－３．無線特性

対応規格	Bluetooth 4.1（Bluetooth Low Energy）QDID 取得済み
対応プロファイル	独自プロファイル
	Android 及び iOS 用サンプルソースコードを提供
周波数	2.4GHz 帯
通信方式	単信
同時接続数	1
送信出力	1mW（Class 2）
変調方式	FSK / FH
通信エラー検出	CRC エラー検出
アンテナ	内蔵チップアンテナ
通信距離	TBD

６－４．外部インターフェイス

機能	UART（調歩同期式シリアル通信）
制御方式	コマンド式（IM315 互換）
コマンド方式	ASCII テキスト
通信方式	半 2 重
ボーレート	1,200、2,400、4,800、9,600、19,200、38,400、57,600、115,200bps
	デフォルト値：19,200bps、コマンドで変更可能
データ長	8 ビット
ストップビット	1 ビット
パリティ	なし
フロー制御	なし

６－５．その他

不揮発メモリ書込み回数	10 万回
使用温度範囲	-20～70℃（結露・凍結なきこと）
保存温度範囲	-40～85℃（結露・凍結なきこと）
外形寸法	11.5×11×2.2mm（コネクタ含まず）
	固定用ネジ穴あり
質量	約 0.5g

７．外部インターフェイスコネクタ

本製品には、外部インターフェイス用に 20 ピンのコネクタを使用しています。

７－１．端子配置

外部インターフェイスコネクタの端子配置を図３に示します。

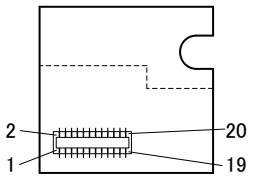

図３　IMBLE 端子配置図

７－２．適合コネクタ

外部インターフェイスコネクタには下記のコネクタが適合します。

ヒロセ電機製　　DF37NB-20DS-0.4V（スタッキング高さ 0.98mm）
　　DF37NB1.5-20DS-0.4V（スタッキング高さ 1.5mm）

７－３．端子配列

コネクタの端子配列を表５に示します。

端子番号	名　称	機　能
1	BUSY	BUSY 制御端子
2	SLEEP REQUEST	スリープ制御端子
3	TxD	データ出力（データモード）
4	RxD	データ入力（データモード）
5～12	NC	オープンで使用してください
13	STATUS	ステータス出力
14	MODE	モード設定入力
15	VCC	電源＋
16	GND	接地
17	RESET	リセット入出力
18～20	NC	オープンで使用してください

未使用ピンはオープンで使用してください。

表５　IMBLE 端子機能表

７－４．端子説明

信号の入出力タイミングは製品のバージョンアップに伴い変わる可能性があります。外部機器の設計にあたっては、本製品の信号タイミングに依存しないでください。

端子名	端子番号	機　能
VCC	15	3.3V 電源端子 動作安定のため、VCC－GND 間に 10μF 程度の電解コンデンサ、タンタルコンデンサを入れてください。
GND	16	接地、0 V
RESET	17	リセット入出力（プルアップ抵抗内蔵）端子 L を入力すると本製品をリセットします。 モジュール内部のリセット IC が動作してリセットがかかると、L を出力します。 外部マイコンでリセット端子が L になっているかモニタし、L になっていたら再度初期設定してください。 ・外部 CPU と本製品が別のタイミングでリセットされる。 ・本製品だけがリセットされる。 ・ボーレートなどのパラメータを変更している場合など、電源ラインのノイズ重畳などでリセットがかかることがあります。
MODE	14	「６－１．動作モードの設定」を参照して設定してください。 データモードでは L レベルに固定してください。
TxD	3	データモード時、調歩同期データ出力端子。 通信アイドル時は H を出力します。
RxD	4	データモード時、調歩同期データ入力端子。 通信アイドル時は H 状態です。
BUSY	1	通信制御に使用します。
SLEEP REQUEST	2	スリープ制御に使用します。スリープが不要のときは L 固定としてください。
STATUS	13	ステータス信号出力端子。コマンド処理中は H を出力し、スリープ状態では L を出力します。 現在未対応で、将来のバージョンアップで対応する予定です。
NC	5～12、 18～20	かならず開放状態にしてください。

いずれの端子も保護回路は内蔵していません。

表６　端子説明

８．外形寸法

外形寸法を図 4 に示します。

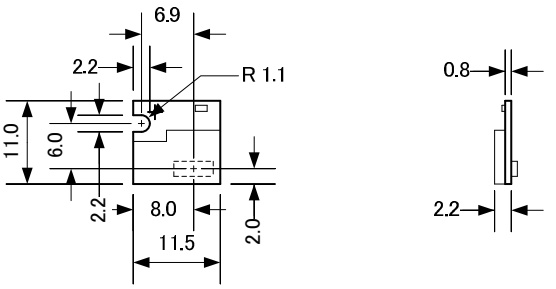

図４　外形寸法図

９．組込み時の注意点

９－１．アンテナについて

- IMBLE は、取付ける基板の端に取付けると電波の放射性能に影響が低くなります。
- IMBLE を取付ける基板のアンテナ直下部分は、パターンを配置しないでください。多層基板のときは内層にもパターンを配置しないでください。パターン禁止エリアは図５の通りです。
- アンテナの近くに金属板があると、電波をさえぎったり、アンテナの性能が低下して通信距離が短くなることがあります。

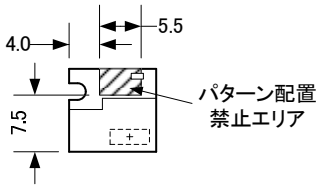

図５　IMBLE 端子配置図（上面視）

- アンテナの放射性能を上げるために、ユーザ基板にグランドパターンを設けると有効です。グランドパターンの設計概要は図６を参照してください。またグランドパターンの配置によって放射指向性が変化します。

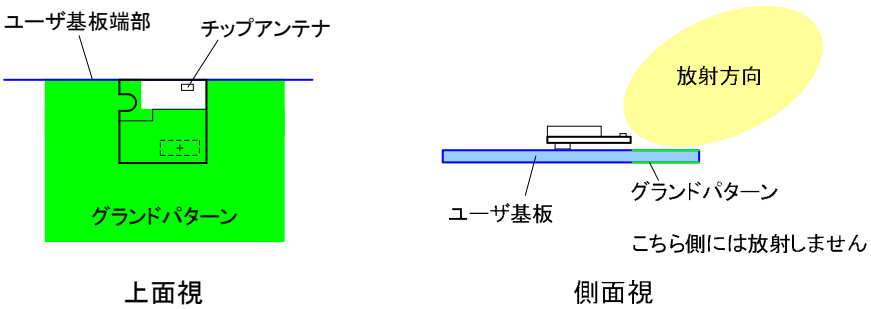

図６　グランドパターン配置の例

９－２．筐体の材質について

- アンテナを金属製のケースに入れると、電波をさえぎり通信不能になりますから使用しないでください。プラスチック製のケースでもフィラーなど混合物にご注意ください。
- アンテナは金属板からできるだけ離してください。接近している場合はアンテナの性能が低下して通信距離が短くなることがあります。

９－３．取り付けについて

- 本モジュールを基板に固定する際は、取り付け穴に M2 のネジを使用し、基板の間にスタッキング高さに応じたスペーサを挿入してください。
- スペーサを付けずにネジを締めると本モジュールを破損する恐れがあります。
- ネジで固定しないと振動や衝撃などでモジュールが外れる恐れがあります。

１０．免責事項

- 火災、地震などの自然災害、第三者による行為、その他の事故、使用者の故意または過失、誤用、その他の異常な条件下での使用により発生した損害に関しましては、当社は一切責任を負いません。

- 本製品の使用または使用不能から生ずる付随的な損害（事業利益の損失、事業の中断など）に関して、当社は一切責任を負いません。

- 取扱説明書で説明された以外の使い方で生じた損害に関して、当社は一切責任を負いません。

１１．改定履歴

初版制定	2015 年 7 月 31 日
Rev. 1.1	2015 年 8 月 31 日（外形寸法図に寸法追加）

以上